

高速公路养护中桥梁伸缩缝维护探讨

沈本磊

(四川蜀道养护集团有限公司, 四川 成都 610011)

摘要 为提升高速公路桥梁伸缩缝养护质量,保障桥梁结构的稳定性,本文围绕伸缩缝渗水、异型钢破坏等常见病害,分析其引发原因,并结合相关技术要求梳理对应养护处置策略,以期在高速公路桥梁伸缩缝养护施工提供参考。结果表明,施工人员实施“严控防渗施工”“强化型钢加固”“精准调平校正”“加固锚固基座”“定时清杂疏通”等针对性措施,可解决伸缩缝各类病害,恢复其正常功能。

关键词 高速公路;桥梁伸缩缝;伸缩缝渗水;异型钢破坏;锚固区病害

中图分类号:U445.7

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.014

0 引言

随着我国高速公路路网持续完善,交通流量与重载车辆通行频次同步增长,对高速公路养护工作提出了更高要求。桥梁作为高速公路的重要构筑物,其伸缩缝是衔接桥面并适应结构变形的部件,能够影响桥梁结构稳定性。桥梁伸缩缝长期暴露在自然环境中,易受荷载冲击、雨水侵蚀等因素影响出现各类病害,若养护不及时,会加剧结构损伤,缩短桥梁寿命。因此,相关养护人员需重视伸缩缝维护工作,精准排查病害、落实科学养护策略,为高速公路安全稳定运营提供保障。

1 桥梁伸缩缝病害及其引发原因

1.1 伸缩缝渗水

伸缩缝渗水是桥梁伸缩缝较为常见的病害类型,主要表现为缝口橡胶密封条出现开裂或脱落现象,致使雨水沿破损部位下渗并进入桥梁内部结构。这种渗水问题易引发一系列次生病害,导致桥面混凝土出现麻面缺陷,桥梁内部钢筋发生锈蚀,同时还会加速支座橡胶的老化进程,影响桥梁整体结构稳定性。该病害的引发主要有两个方面的原因:(1)橡胶密封条所采用的橡胶材料自身抗老化性能不足,在长期使用过程中受到环境温度变化及雨水侵蚀的影响,慢慢出现性能衰减现象。(2)伸缩缝锚固区的混凝土出现破损问题,使橡胶密封条失去可靠的固定支撑,进而呈现松动、脱落现象,最终导致雨水渗入^[1]。

1.2 异型钢破坏

异型钢破坏是桥梁伸缩缝的主要病害类型,其病害表现多样,体现为异型钢发生断裂、松动现象,部

分构件甚至会弹出桥面。此类病害会削弱桥梁通行平顺性,车辆驶经受损部位时易产生跳车和异响现象,影响行车舒适度的同时加大对车辆及桥梁结构的冲击。产生异型钢破坏与两个方面的因素有关:首先,重载车辆频繁通行会持续对异型钢产生作用力,长期累积后易引发结构损伤。其次,异型钢自身刚度不足,难以承受桥梁运营过程中产生的多向变形,进而出现断裂或松动现象。

1.3 伸缩缝变形

伸缩缝变形具体表现为伸缩缝整体出现错位、偏移,或产生不规则的弯曲、隆起,部分伸缩装置还会出现伸缩量不足的问题。而引发伸缩缝变形的因素较为复杂,主要集中在“温度变化反复作用”“车辆荷载持续影响”“伸缩缝施工安装不规范”三个方面:桥梁结构会随温度升降产生热胀冷缩,若伸缩缝无法灵活适应这种变形,长期受力后便会出现形态异常;重载车辆反复碾压也会给伸缩缝带来较大作用力,导致其发生变形;锚固不牢固易使其在运营过程中出现变形问题^[2]。

1.4 锚固区病害

锚固区作为桥梁伸缩缝的支撑部位,其病害会影响伸缩装置的稳定性,威胁桥梁整体结构安全。锚固区病害主要表现为锚固混凝土出现开裂及局部破损现象,部分位置伴有钢筋外露,严重时还会造成伸缩缝同桥梁主体结构连接松弛,致使伸缩装置难以保持稳定固定。引发锚固区病害是施工、荷载、环境三大因素共同影响的结果,各因素相互作用,加速病害的形成及发展。施工层面:锚固区混凝土浇筑质量不足或钢筋布置偏离规范要求,均会使锚固区在形成阶段就

作者简介:沈本磊(1988-),男,本科,工程师,研究方向:道路与桥梁。

存在结构薄弱环节,从而为后续病害发展留下隐患。
荷载影响:车辆行驶产生的反复冲击,会持续对锚固区施加作用力,长期累积的应力易诱发混凝土破损。
环境因素:雨水渗入、温度交替变化会加快锚固区混凝土的老化速度,导致内部钢筋发生锈蚀,加剧锚固区的破损程度。

1.5 杂物堆积

杂物堆积会严重阻碍桥梁伸缩缝发挥正常功能,进而诱发一系列连带病害,影响桥梁运营的安全。日常运营中,泥沙、落叶等杂物易在伸缩缝缝隙内堆积,慢慢填满缝隙空间,导致伸缩缝无法正常伸缩,失去其缓冲的作用。这些堆积的杂物还会遮挡伸缩缝,阻碍雨水顺利排出,长期滞留会加速伸缩缝构件老化,同时增加车辆通行时的颠簸感,间接加剧其他病害的发生。杂物堆积的形成主要和环境及通行因素相关,自然环境中的风力作用会把路面落叶、尘土等杂物吹至伸缩缝内,雨水冲刷也会携带泥沙类杂物沉积其中。若日常养护不到位,未及时清理伸缩缝内杂物,会导致杂物持续堆积^[3]。

2 高速公路养护中桥梁伸缩缝维护的策略

2.1 严控防渗施工,封堵伸缩缝渗水通道

施工人员进入作业区域后,应沿桥梁伸缩缝全线排查渗水状况,结合缝口湿痕分布范围及梁端滴水位置,标记密封失效区和排水受阻区。为便于同步核验病损边界,单次排查长度应控制在 20 m 以内并设置不小于 50 m 的渐变警示区,对于老化开裂或整体脱槽的橡胶密封条,施工人员应沿缝口缓慢剥离失效材料,切除范围需超出破损边缘的 100 mm 以上,防止残存的脆化胶体影响新密封材料的贴合效果。拆除旧胶后,要重点检查异型钢边缘平顺度及锚固区混凝土完整性,若出现空鼓类问题,需凿除至坚实基层,凿除深度可控制在 20 mm ~ 50 mm;当裂缝宽度超过 0.2 mm 时,应沿裂缝方向开设修补槽口,为后续封堵层提供稳定基面。

基层修整完毕后,施工人员需用工业丙酮擦洗缝壁及钢构件接触面,再利用热风设备将槽内含水率降至 8% 以下,雨后展开养护作业时,要保证基面能够连续干燥 4 h 以上。锚固区破损部位宜采用快凝高强聚合物修补料实施修复,修补厚度不足 20 mm 时可采用薄层压抹方式压实收面;厚度超过 20 mm 时采用分层填筑的方式,每层厚度需在 15 mm 以内,层间间隔 20 min ~ 30 min。材料终凝后复测表面平整度,误差 < 2 mm,保证嵌入密封条后伸缩缝受力均匀,缝口两侧钢边梁若有锈蚀,应打磨至金属本色再均匀涂刷防锈底层材

料,涂层厚度约 80 μm ,待表干后开展下道封缝工序。安装新密封材料时要优先选用耐臭氧、耐疲劳、耐温差的三元乙丙橡胶密封条,入槽前按缝宽实测值复核规格,保证压缩变形率在 20% ~ 35% 之间,避免过松失稳或过紧鼓胀。嵌装时自一端连续推进,用专用压辊将密封条压入槽内,接头避开轮迹带,拼接处预留 50 mm,采用专用结构胶热粘封合。密封条嵌装完成后,要沿其两侧补打弹性密封胶,胶缝宽度 8 mm ~ 12 mm、厚度约 6 mm,表面修整为微弧形排水面,同时修整桥面局部排水坡度,避免雨水在伸缩缝附近聚集。封堵后需控制养护时间,快凝修补层养护不少于 6 h,完全固化需 24 h 以上。

2.2 强化型钢加固,修复异型钢破损部位

依据《公路桥涵养护规范》(JTG 5120—2021)中关于桥梁构造安全、构件完好及病害精准处治的相关要求,施工人员进入桥梁伸缩缝维修作业面后,应首先排查异型钢受损情况,沿伸缩缝全线重点核查型钢边缘平顺状态和局部挠曲程度,准确锁定轮迹带范围内的断裂、松动等部位^[4]。

针对未完全断开的裂纹异型钢,可先沿裂纹两端钻设 8 mm ~ 10 mm 的止裂孔以阻止裂纹扩展,再根据裂纹位置开设 V 形坡口,坡口深度达型钢厚度的 2/3 即可,修整槽口边缘并清除氧化层,保证焊缝熔合效果。整体切除局部断裂或刚度不足的区段,切除长度需超出病害区各 100 mm,新配型钢进场后复核截面尺寸,确保截面高度误差 ≤ 2 mm、直线度偏差 ≤ 3 mm,屈服强度符合设计要求,预调至顺桥方向平顺线形后,用卡具临时锁定对接,确保型钢顶面同桥面铺装高差在 0 ~ 2 mm 内。

焊接前施工人员需对连接段预热至 80 $^{\circ}\text{C}$ ~ 120 $^{\circ}\text{C}$,采用分段退焊法,每段焊长 60 mm ~ 80 mm,层间温度 > 70 $^{\circ}\text{C}$,焊缝厚度同设计值对应,角焊缝焊脚尺寸 ≥ 8 mm,焊后打磨清渣顺利衔接焊缝和钢体。重载区段应在异型钢腹板外侧增设厚度 10 mm ~ 12 mm、长度 300 mm ~ 500 mm 的加劲钢板,采用双侧角焊方式固定,完成后复测挠度变化,确保结构状态保持稳定。同步处治锚固松散部位,凿除型钢根部 25 mm ~ 40 mm 厚疏松混凝土,清理锚筋并除锈防腐,锈蚀严重时补设锚筋。

2.3 精准调平校正,整治伸缩缝形变问题

在养护过程中,施工人员应细查伸缩缝两侧桥面铺装及锚固区外露状态,明确局部错位的诱发原因。对于顶面弯曲的异型钢边梁,沿变形中心区两侧布设控制点,借助千斤顶或专用顶推架分级调校,顶升前测定原始高程,每次顶调 1 mm ~ 2 mm 后立即展开复测,

避免钢件二次损伤。待顶面高差收敛至 2 mm 以内,再校正横向偏移,使边梁中线同原桥轴线能够顺利衔接,中心偏差 ≤ 3 mm,调校期间需持续观察钢件状态,发现异常立即停止作业并整修。针对伸缩量不足的区段,施工人员可结合环境温度复核设计缝宽,逐段调整使缝宽变化均匀,局部缝宽差 ≤ 2 mm。若定位构件松动应先拆除失效件,布设临时限位夹具,防止缝体回弹;局部弯曲但可保留的边梁,校正后机械压紧、补强;失稳严重的短段构件,切除变形部位后换装同规格短节段,换装前反复校核标高及缝宽,保障车辆通行安全。

形位恢复后,施工人员要立即整修锚固区,采用早强高韧修补材料分层填补,单层厚度约 15 mm,压实后精细抹平,保证同边梁外缘能够平顺衔接。收面时使用靠尺复测,3 m 范围内平整度偏差 < 3 mm,边梁外缘高差 ≤ 2 mm。待修补层稳定,校核缝腔启闭状态,确认无卡阻后拆除临时限位装置。

2.4 加固锚固基座,处置锚固区病害隐患

锚固区病害处置应紧扣基座加固、边界稳固两项要求,围绕病损混凝土清除、锚筋补强和修补材料填筑及后续养护展开,保证伸缩缝锚固基座具备稳定承载能力^[5]。具体如下:

1. 补强锚固结构。锚固基座恢复阶段宜采用早强高韧聚合物修补料或快硬型高强微膨胀材料,材料强度等级不低于原设计要求,拌合完成后立即入槽压填,单层摊铺厚度宜控制在 15 mm 左右,厚层区采取逐层压实的方式以防止内部出现夹气问题。填筑至距顶面 10 mm 左右时,施工人员要利用抹刀反复压实收面,再沿顺桥方向找平,使锚固区顶面同桥面铺装、型钢边缘衔接自然,3 m 范围内平整度偏差宜控制在 3 mm 以内,型钢边缘高差宜压缩至 2 mm 以内。局部承压较大区段可在异型钢腹板外侧增设短节限位加劲件,单块长度宜控制在 300 mm~400 mm,厚度可采用 8 mm~10 mm,再同原连接件焊牢,增强锚固区边缘抗冲击能力。

2. 巩固修复成效。完成锚固基座加固后不得立即开放通车,应保持静置养护状态,使修补材料充分硬化。常温条件下,初期封闭时间不宜 < 8 h,达到稳定承载前的总养护时间宜控制在 24 h 以上;气温低于 10℃ 时适当延长至 36 h,避免出现早期开裂现象。表面终凝前需覆盖塑膜保湿,炎热时段加设遮阳层以防止基座表层失水收缩;昼夜温差较大路段宜在夜间增加巡查频次,观察修补面边缘是否存在细裂或翘边的现象。开放交通前,应沿修复段复核锚固带平整度、边缘密实度,采用小锤轻击检查是否仍有空响区,连续空响长度超过 100 mm 处需立即返修,再沿伸缩缝顶面开展低

速压车检验,确认车辆碾压后无跳车感方可恢复通行。

2.5 定时清杂疏通,清理伸缩缝堆积杂物

定时清杂疏通需围绕“清缝腔”“通排水”“稳构件”“防回积”四项要求,结合杂物清除、排水恢复及后续巡养等环节,保证伸缩缝始终保持可伸可缩的状态。

开展养护作业时,施工人员应先按伸缩缝全线长度划分清理单元,单次作业段控制在 20 m 左右,在缝口两侧设置警示标志和导流设施,预留不少于 50 m 的安全过渡区。随后逐段清扫桥面,重点清除轮迹带附近的碎石类杂物,再用细小钩铲工具缓慢挑出缝腔表层板结杂物,清理至可见底部,避免损伤密封胶构件。缝腔清理应自一端向另一端连续展开,重点清除槽口边缘类易积杂部位,针对压实沉积物可先采用高压风机吹散再吸除,确保缝内不存在连续板结堆积。同步疏通排水导流槽,用细长疏通杆清理至堵塞端,注入清水复核排泄效果直至水流顺畅无滞留。杂物清除后,需对缝口两侧 500 mm 范围展开精细清扫,修整不顺泄水坡向,易积杂区域可扩大清理范围至 1 m。喷吹压缩空气清除细小颗粒,复核缝宽及启闭状态,确定无卡滞现象。后续建立周期性清杂机制,常规路段每半月 1 次,特殊时段加密频次,同步完善养护记录,持续防范杂物堆积风险,保障伸缩缝功能完整。

3 结束语

桥梁伸缩缝是保障高速公路安全运营的基础,其病害防控和科学养护关系到桥梁结构的耐久性能。施工人员梳理常见病害类型及诱发原因,落实针对性养护策略,可解决各类病害隐患并恢复伸缩缝正常功能,延长桥梁使用寿命,降低养护成本。未来,施工人员应结合高速公路运营实际,不断优化养护流程,推动养护工作向规范化的方向发展,为高速公路路网长期稳定、高效运营提供支撑。

参考文献:

- [1] 杜凯.桥梁伸缩缝快速更换技术在高速公路养护中的应用[J].工程建设与设计,2026(05):206-209.
- [2] 王玉晶.高速公路养护管理中的桥梁伸缩缝维护分析[J].工程建设与设计,2026(04):254-256.
- [3] 邹建喜.高速公路桥梁伸缩缝病害成因及维修处理分析[J].工程建设与设计,2026(02):104-106.
- [4] 谭宝麟.高速公路桥梁伸缩缝维护保养技术[J].交通世界,2025(32):153-155,159.
- [5] 朱小颖.高速公路桥梁伸缩缝病害成因及修复策略研究[J].运输经理世界,2025(32):123-125.